

21.09.99

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

REC'D 22 NOV 1999

WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1998年 9月22日

EV

出 願 番 号
Application Number:

平成10年特許願第268476号

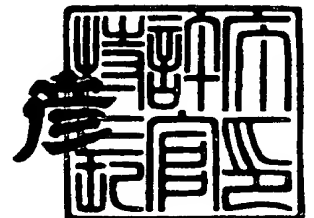
出 願 人
Applicant(s):

オーテック株式会社

1999年11月 5日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特平11-3075752

【書類名】 特許願

【整理番号】 PB001

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B62M 1/04

【発明の名称】 人力乗物用動力入力機構

【請求項の数】 10

【発明者】

 【住所又は居所】 千葉市花見川区さつきが丘 2 丁目 3 0 番地の 8

 【氏名】 織田紀之

【特許出願人】

 【識別番号】 398035589

 【郵便番号】 262

 【住所又は居所】 千葉市花見川区さつきが丘 2 丁目 3 0 番地の 8

 【氏名又は名称】 オーテック有限会社

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 060761

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】明細書

【発明の名称】人力乗物用動力入力機構

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

人力を直接作用される取っ手と該取っ手が取り付けられた可撓性部材と該可撓性部材が巻き掛けられて動力を推進手段に伝える駆動輪と該可撓性部材の方向転換手段とから構成されていることを特徴とする人力乗物用動力入力機構。

【請求項 2】

請求項 1 の動力入力機構が左右に略平行に配設されていることを特徴とする人力乗物用動力入力機構。

【請求項 3】

前記取っ手がモーメント受持手段によってその姿勢を保持されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の人力乗物用動力入力機構。

【請求項 4】

駆動輪および方向転換手段の中心を結ぶ直線が鉛直線に対して傾斜していることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の人力乗物用動力入力機構。

【請求項 5】

モーメント受持手段が一端をフレームに回転自在に取り付けられたフリークランクと該フリークランクの他端が回転自在に連結されているアームとで構成されていることを特徴とする請求項 3 記載の人力乗物用動力入力機構。

【請求項 6】

フレーム上に設けられたフリークランクの回転軸が前記可撓性部材で形成される軌道の内部に位置するようにされたことを特徴とする請求項 5 記載の人力乗物用動力入力機構。

【請求項 7】

フレーム上に設けられたフリークランクの回転軸が前記可撓性部材で形成される軌道の外部に位置するようにされたことを特徴とする請求項 5 記載の人力乗物用動力入力機構。

【請求項 8】

可撓性部材を常時緊張させる緊張手段が設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の人力乗物用動力入力機構。

【請求項 9】

可撓性部材と取っ手との接続部近傍に案内ローラが設けられ、該可撓性部材が形成する軌道の円周部の少なくとも 1 個所に該案内ローラが転動する転動レールを設けたことを特徴とする請求項 1～8 のいずれかに記載の人力乗物用動力入力機構。

【請求項 10】

人力乗物が自転車であることを特徴とする請求項 3～9 のいずれかに記載の人力乗物用動力入力機構。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、主に自転車、車椅子およびボート等人力で駆動される乗物の動力入力機構に関する。

【0002】

【従来の技術】

自転車およびレジャー用足漕ぎボートの動力入力機構は原理的に同一であり、いずれも駆動軸に直角に固定された左右二本のクランクから構成され、この二つのクランクは 180° 位相がずらされており、このクランクの他方の端部にクランクの回転面に直角に軸が植え込まれ、この軸に回転自在にペダルが設けられている。このペダルを踏むことによってトルクを発生させ、これにより車輪、プロペラ等を回転させて当該乗物を動かしている。近年、欧米では自転車以外に 3 輪自転車および 4 輪自転車も出現し、それらを用いた競技も行われているようであるが、動力入力機構の原理は全く変わっていない。

自転車はレクリエーションや通勤・通学および競技の手段として高度の普及率をもって用いられており産業上大きな分野である。以下には簡単のため自転車を中心に説明を進める。

自転車は用途に応じて多様な種類の構造・デザインのものが出現している。本

発明の目的である動力入力機構との関連で言えば、速度能力および登坂能力を向上させるため変速機構が採用され、後輪に設けられたチェーンの従動軸（以下単に従動軸という）だけに数段のスプロケット（以下従動軸スプロケットという）があるものからさらにチェーンの駆動軸（以下単に駆動軸という）にもスプロケット（以下チェーンリングという）が数段設けられたものもある。チェーンの従動軸に遊星歯車機構が設けられたものも普及している。なお、本願において、動力入力機構とは、人力を人力乗物の変速機構もしくは車輪、プロペラ等の推進手段に伝達する動力伝達機構のことをいう。

【0003】

変速機構は形式に関わらず、基本的にはエネルギー効率を向上させるものではなく、推進手段（自転車では後輪、ボートではプロペラ等）に伝達される動力を増大させたり、運転者の時間当たり消費エネルギーを低減させるものではない。

【0004】

自転車で急な坂を登坂する場合、平坦地と同じ増速比では大きな力が必要となり、運転者の脚力の限界が運転続行の可否を決定付ける。変速機構は運転者にとって、いわば、筋肉を動かす速度と筋力のトレードオフ装置もしくは最適化装置であって、登坂時、筋力が不足気味になると増速比をシフトダウンして、筋肉を早く動かすことによりその分小さい力で同じ動力を発生させることができる。

しかし、増速比をある程度以上小さくしても意味がない。すなわち、増速比を小さくしてゆくと走行を維持してゆくために逆比例的にペダルを早く回転させる必要が生じ、筋肉を早く動かすことによる運動能力限界、軸受やチェーンの摩擦による動力損失増大、振動による走行不安定化等により走行を維持することができなくなる。

【0005】

変速機構を設けても入力動力を大きくできるわけではないので、登坂能力の改善に自ずから限界があるのは当然である。入力動力を大きくすることが問題の本質である。変速機構によれば、変速機構出力軸回転数とトルクは逆比例関係に保たれたまま（動力一定）、状況に応じ、運転者の運動能力に合わせて、運転者が楽と感ずる方向に増速比を変えることにより速度と力のバランスポイントを移

動させることができるが、基本的に入力動力、したがって出力を増大させるものではない。

【0006】

クランク長さを変えることも運転者にとって筋肉を動かす速度と筋力のトレードオフ手段であって、最適化の結果出力がわずかに増大することはあるが、入力動力が増大するわけではない。

【0007】

また、クランクを伸縮自在とし、遊星歯車機構もしくはカム機構を用いて自転車の回転とクランクの伸縮を同期させ、クランクが前方水平位置にくるとき最も伸びるよう構成して、最大入力トルクの増大を計る形態の発明も数多く特許出願され（米国特許番号 4125239、4706516、4807491 等）、国内では試作品も現れている。

【0008】

この形態の動力入力機構では、ペダルが水平位置を過ぎてクランクの縮小過程に入るとペダルに作用する力の半径方向分力が急激に増大してクランクの縮小に抵抗し、自転車の回転を阻害するように働く。

【0009】

この形態の動力入力機構において、もしペダルを踏む力がクランクの回転円に対して常に接線方向に作用すれば、この力が回転を阻害することはない。しかし、現実には、踝、膝および大腿骨の関節の動きに制限があり、その結果、ペダルを踏む力は全ての回転角度において殆ど鉛直方向下向きに働く。したがって、クランクがほぼ前方水平位置にあるとき回転の方向と力の方向が殆ど一致するためペダルを回転させる“回転力”が最大となる。

しかし、この位置を過ぎると、回転力（厳密には重力、慣性力、筋肉による力の合力のクランク回転方向成分）が減少し、回転方向に直角な分力（重力、慣性力および筋力の合力のクランク回転半径方向成分）が増大し、これらが、クランク縮小に抗してクランクを伸ばそうとするため、機構的にブレーキと等価な作用をもたらす。この結果 1 サイクルで考えると殆ど動力の増大にはならない。古くからこの形態を応用した様々の動力入力機構が多数特許出願なされている

にもかかわらず実用化されていないのは上記理由からであろうと考えられる。

【0010】

クランクを伸縮自在とする上記形態の動力入力機構に類似した発明に米国特許番号4872695がある。この発明では、後輪用フォークに首振り自由に軸受が設けられ、該軸受に滑動自在にロッドが嵌合され、該ロッドの中間部先端寄りにクランク先端部が回転自在に連結され、該ロッドの先端部にペダルが設けられている。運転者がペダルを踏み込むと、該ロッドは前記軸受を支点とするてこを構成し、クランクに伝達される力はペダルを踏み込む力よりも増幅されるというものである。

【0011】

この発明では、クランクの全ての回転角度で力が増幅されるため、クランクがペダル最高位置（いわゆる上死点）からペダル最低位置（いわゆる下死点）に至る期間（以下往行程という）では確かに回転力が増大するが、クランクが下死点を過ぎて上死点に至る期間（以下復行程という）では負の回転力が増幅される。後者の期間は、前者に比して“てこ比”が大きいため負の回転力の増幅率が正の回転力の増幅率より大きくなり、1サイクル通して考えるとこの発明の構成でも動力の増加は期待できない。

【0012】

図14はHIGH-TECH CYCLING（出版HUMAN KINETICS, P.O. Box 5076, Champaign, IL, USA）Figure 7.3を引用して本願説明用に書き直したもので、米国の競輪選手が350W（上記文献には明確な記述がないがクランクになされている単位時間当たり仕事量一ワットを示しているものと思われる）、90rpmでペダルを踏んでいるときのクランク回転力の変化を横軸に駆動軸回転角度 θ （上死点からの時計回りの角度）をとって示したものである。本図によれば、 θ が 90° をわずかに過ぎる点で回転力は最大となり、 $\theta = 120^\circ$ あたりから急速に減少する。下肢の重量および筋力が十分ペダルに作用している $120^\circ < \theta < 180^\circ$ の期間に回転力が減少している事実は、この期間下肢の重量および筋力がクランクを回転させる方向ではなく、クランクを伸ばす方向に支配的に作用していることを示している。すなわち、結果的に、伸びないクランクを伸ばそうとす

ることに運転者のエネルギーが消費されている。伸びないクランクを伸ばそうとしていくら大きな力を作用させても力学的にはなした仕事は0であるが、運転者の身体の中では血液が激しく循環し、化学反応が激しく進行して、エネルギー消費はなされている。一方 $217^{\circ} < \theta < 345^{\circ}$ の期間では負となっているが、これは $180^{\circ} < \theta < 360^{\circ}$ の期間で、クランクを正回転させようとする筋力とクランクを逆回転させようとする下肢の重さが $\theta = 200^{\circ}$ あたりから拮抗し、ついには後者が勝る結果である。

【0013】

動力を大きくするためには正の仕事をする期間にできるだけ長い期間クランクに垂直に力が作用するよう構成すればよい。このことに気付いてなされた発明に、“往復動直線運動型動力入力機構”ともいうべき、特開昭58-133986、特開昭58-221783および特開平8-113180がある。これらの動力入力機構は、ロープ・滑車機構、往復動チェーン・スプロケット機構もしくはラック・ピニオン機構が左右2系列用いられ、一方が往行程の時、他方は復行程にあるよう機構的に連結されている（なお、ここで使用している機構名称は本願発明者が説明の便宜上名付けたもので、必ずしも原明細書とは一致していない）。例えば、左系列の往行程において、ペダルが踏み込まれると力がロープ、チェーンもしくはラックを介して滑車、スプロケットもしくはピニオンに伝えられ接続されている車輪が回転する。復行程においては右系列の動力によりペダルが上昇し、この間、左系列の滑車、スプロケットもしくはピニオンは軸部に設けたラチェットもしくは一方向クラッチ等のフリーホイール機構により出力軸に対して空転する。

いずれの発明においても、往行程において人力は滑車、スプロケットもしくはピニオンに対して接線方向に作用し、加えられた力は全て回転力となるが、往行程終了時、正方向に動いていた下肢、チェーン、ラック、スプロケット、ピニオン等の運動質量の運動エネルギーは強制的に0にされるので1サイクル全体で考えると、入力動力の増加分があるかどうか疑問である。

【0014】

特開平8-113180について少し詳細に説明してみよう。同発明の明細書

記載の実施例によると、ラック・ピニオン機構が自転車の左右に設けられ、ラック下端部にはペダルが設けられ、双方のラック上端部は滑車を介してロープで結ばれ、左の足でペダルを踏み込むことにより、左往行程と同時に右復行程が行われ、次に右の足でペダルを踏み込むことにより、右往行程と同時に左復行程が行われる。この発明における動作を考えてみると、例えば右足を踏み込み始めるとペダルは徐々に速度を増し、右足の最下位置の状態では下肢の重量が十分作用し、当該ピニオンの回転運動エネルギーおよびラック、ペダルおよび下肢からなる運動質量の並進運動エネルギーは最大となっている。これを保存せずに左足で強制的に0とすることは、結果的にこの状態で右側の動力入力機構が有する運動エネルギーEの2倍のエネルギーだけ、保存する場合より保有エネルギーを減少させることになる。したがって、1サイクル、両足ではさらに2倍すなわち4Eの保有エネルギー差となる。

【0015】

下肢の運動質量と具体的な装置の寸法、ペダルを踏む力、ストロークおよび速度等によって一概に結論を下すことはできないが、このエネルギー損失を簡単な方法で評価してみよう。前述した米国の競輪選手がペダルを踏んでいるときのデータ350W、90rpmを利用することとする。350W、90rpmを1サイクル（1回転）当たりの仕事量に換算すると23.7kgmとなる。ペダルとともに運動している質量を重量15kg（片側）相当、クランク回転半径を175mmと仮定すると、ペダルの周速は $0.175 \times 2\pi \times 90 / 60 = 1.65 \text{ m/s}$ である。ここで、ペダルを踏む速度は“往復動直線運動型動力入力機構”においても変わらないと仮定すれば、運動エネルギーEは2.08kgmとなる。したがって、上記保有エネルギー差は $4E = 8.32 \text{ kgm}$ となる。

これは上記米国競輪選手の1サイクル当たり仕事量の35%に相当する。この計算はこの実施例だけでなく他の特開昭58-133986、特開昭58-221783記載の実施例にも同様に当てはまる。従来の自転車においては、下死点におけるペダル、クランク、および下肢からなる運動質量の回転運動エネルギーはそのまま保存されて、高速時には下肢の重量による負の仕事を完全にカバーし、さらにもう一方のクランクの上死点過ぎの踏み込みに大きな初速度を与えて

いる。

“往復動直線運動型動力入力機構”のもうひとつの問題点は、踏み込み側ペダルがもう一方のペダルの動きを止めた時点で、踏み込み側のペダル移動速度（踏み込み速度）は 0 m/s ペダルであり、ペダル移動速度が出力軸の回転に追いつくまでにかなりの踏み込み距離が必要となり、有効ストロークは往行程の全ストロークより数 10 % 少なくなる可能性がある。したがって、“往復動直線運動型動力入力機構”において、従来型自転車への入力動力の 35 % に相当するエネルギー損失をキャンセルして余りある入力動力が得られるかどうかということが評価のポイントとなる。実際には、このエネルギー損失以外に歯車、チェーン、フリーホイール機構等追加された機構部品の摩擦損失等があり、この種の“往復動直線運動型動力入力機構”が従来の自転車に比して機能、コスト両面から競争力があるようには思えない。

【0016】

往復動チェーン・スプロケット機構を採用し、踏み込み時エネルギーの一部をスプリングに吸収させておいて、スプリングに蓄えたエネルギーでペダルを踏み込み前の位置まで戻すという発明が特開小 8-199279 に記載されている。

この発明については、スプリングの戻る速度に踏み込みタイミングを合わせないと出力が出ない（ペダルが十分戻らない内に踏み込むと、ペダルの加速距離がとれない—この発明の方法でもペダルの踏み込み初速度は常に 0 m/s と考えられるから）、したがって速度もあまりでないという問題がある。

また、近年、モータを補助動力とする自転車が特に中高年の人々の間で普及し始めているが、重量が大きいため持ち運びができない、小回りがきかない、製造コストが高い等に加え、充電に手間をとるという問題がある。

【0017】

また、筋肉を低速で収縮させれば高速で収縮させる場合に比して大きな力を発生することのできる点に着目し、チェーンリングを真円でなく、楕円等にして、クランクとの位相差を工夫することによりクランクの回転数変動を小さくして運転者がより大きい筋力をペダルに作用できるようにする研究もなされてきた。しかし、この方法では、位相差を固定すると、限られた目的にしか能力を発揮しえ

ないという問題があるようである。例えば、或位相差は定常耐久走行には適しても、登坂や短時間全力走行に適さない等である。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、前述の従来技術の問題点を解決し、自転車、3輪自転車、4輪自転車、車椅子およびボート等人力で駆動される乗物に好適な、人力を効果的に動力に変換することができる動力入力機構を提供することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】

本発明の第1の発明は、人力を直接作用される取っ手と該取っ手が取り付けられた可撓性部材と該可撓性部材が巻き掛けられて動力を推進手段に伝える駆動輪と該可撓性部材の方向転換手段とから構成されていることを特徴とする人力乗物用動力入力機構である。

【0020】

本発明の第2の発明は、人力を直接作用される取っ手と該取っ手が取り付けられた可撓性部材と該可撓性部材が巻き掛けられて動力を推進手段に伝える駆動輪と該可撓性部材の方向転換手段とから構成された動力入力機構が左右に略平行に配設されていることを特徴とする人力乗物用動力入力機構である。

【0021】

本発明の第3の発明は、人力を直接作用される取っ手と該取っ手が取り付けられた可撓性部材と該可撓性部材が巻き掛けられて動力を推進手段に伝える駆動輪と該可撓性部材の方向転換手段とから構成され、前記取っ手がモーメント受持手段によってその姿勢を保持されていることを特徴とする人力乗物用動力入力機構である。

【0022】

本発明の第4の発明は、人力を直接作用される取っ手と該取っ手が取り付けられた可撓性部材と該可撓性部材が巻き掛けられて動力を推進手段に伝える駆動輪と該可撓性部材の方向転換手段とから構成され、該駆動輪および該方向転換手段の中心を結ぶ直線が鉛直線に対して傾斜していることを特徴とする人力乗物用動力

入力機構である。

【0023】

本発明の第5の発明は、前記モーメント受持手段が一端をフレームに回転自在に取り付けられたフリークランクと該フリークランクの他端が回転自在に連結されているアームとで構成されていることを特徴とする人力乗物用動力入力機構である。

【0024】

本発明の第6の発明は、フレーム上に設けられた前記フリークランクの回転軸が前記可撓性部材で形成される軌道の内部に位置するようにされたことを特徴とする人力乗物用動力入力機構である。

【0025】

本発明の第7の発明は、フレーム上に設けられた前記フリークランクの回転軸が前記可撓性部材で形成される軌道の外部に位置するようにされたことを特徴とする人力乗物用動力入力機構である。

【0026】

本発明の第8の発明は、人力を直接作用される取っ手と該取っ手を取り付けられた可撓性部材と該可撓性部材が巻き掛けられて動力を推進手段に伝える駆動輪と該可撓性部材の方向転換手段とから構成され、該可撓性部材を常時緊張させる緊張手段を有していることを特徴とする人力乗物用動力入力機構である。

【0027】

本発明の第9の発明は、人力を直接作用される取っ手と該取っ手を取り付けられた可撓性部材と該可撓性部材が巻き掛けられて動力を推進手段に伝える駆動輪と該可撓性部材の方向転換手段とから構成され、該可撓性部材と前記取っ手との接続部近傍に案内ローラが設けられ、該可撓性部材が形成する軌道の円周部の少なくとも1個所に前記案内ローラが転動する転動レールを設けたことを特徴とする人力乗物用動力入力機構である。

【0028】

本発明の第10の発明は、人力を直接作用される取っ手と該取っ手を取り付けられた可撓性部材と該可撓性部材が巻き掛けられて動力を推進手段に伝える駆動輪

と該可撓性部材の方向転換手段とから構成された動力入力機構が左右に略平行に配設され、前記取っ手の軸がモーメント受持手段によって保持されていることを特徴とする自転車用動力入力機構である。

【0029】

本発明で、駆動輪とは巻き掛けられた可撓性部材によって回転させられることにより負荷を駆動するスプロケットもしくは滑車のこと云い、方向転換手段とは可撓性部材が巻き掛けられて周回する円弧状案内レール、スプロケットもしくは滑車のことを云う。方向転換手段が駆動輪を兼ねてもよい。

【0030】

本発明で、可撓性部材とは、ベルト、タイミングベルト、チェーン、ロープなどの圧縮や曲げに対して抵抗がなく、引張力だけに耐えて回転力を伝達する部材を云い、取っ手とは、ペダル、ハンドル等直接人力が作用する部材を云う。また、フレームとは当該乗物の重量を支え、構造を形成する部材もしくはこれに直接、間接に固定されたパイプ、板等の部材を云う。

【0031】

本発明の動力入力機構によれば、運転者が取っ手を介して可撓性部材に沿って力を加えやすい角度、位置に方向転換手段と駆動輪の対を配置すれば、回転力の最大値を一定期間持続させ、かつ可撓性部材の略直線部の端部では、並進運動のエネルギーは回転運動のエネルギーに転換されて有効に保存される。

【0032】

図15は本発明の考え方を説明するスケルトン図であって、図15において、(1)は従来型自転車の動力入力機構の片側を示したもので、ペダル4はその姿勢をほぼ水平な状態に保たれたまま(ペダルに作用する力はほぼ鉛直下向きに働くため、ペダル4はほぼ水平となる)、クランク5を介して駆動軸Oを回転させる。この場合の回転力の時間的变化については、図14に例示したとおりである。図15(2)は本発明による動力入力機構の1例(片側)を示すものであって、図15(1)のクランク回転半径に等しい半径Rを有する駆動輪1と方向転換手段である半径Rの半円弧状の軌道を有する案内レール2との間に可撓性部材3が巻き掛けられている。該可撓性部材3には、ペダル4が設けられ、運転者

はほぼ鉛直下向きにペダル4を矢印の方向に踏み込むことにより可撓部材3を長円軌道に沿って移動させることにより駆動輪1を回転させる。図15(2)において、駆動輪の中心O1と案内レールの中心O2の間隔が $0.5\pi R$ とされているので可撓部材3の周長は $3\pi R$ となり、ペダルの平均移動速度が(1)と(2)で同一(駆動軸回転数が同一)とすれば、(2)の動力入力機構の周期は(1)の従来型のものに比して1.5倍となる。駆動軸回転角度で言い換えると、従来型動力入力機構の周期が 360° であるのに対して、本発明による動力入力機構の周期は 540° となる。図15(2)において、円周部については(1)の相対応する円周上の点と同一の回転力となり、鉛直部については往行程において(1)のクランク位置 90° における値、復行程において(1)のクランク位置 270° における値と同一と考え、2サイクル分の回転力の変化は、横軸に駆動軸の回転角度をとると図16の太線のようになる。図16において細線で示した曲線は、図14の従来型自転車のもを3サイクル分描いたものである。太線2サイクル(駆動軸回転角度で 1080°)、細線3サイクル(駆動軸回転角度で 1080°)毎に両者の位相が一致する。

【0033】

したがって、太線と横軸の間に囲まれる面積の2サイクル分と細線と横軸の間に囲まれる面積3サイクル分の比は同一時間内での本発明と従来型自転車の動力入力機構の入力仕事比と等しく、結局入力動力比を示すことになる。ここで、入力動力とは運転者から動力入力機構を通して当該乗物に伝達された動力(単位時間当たり仕事量)のことをいう。該面積比は図16から計算すると約1.18であり、同一回転数という前提に立てば本発明による動力入力機構は図15(2)の構成では図15(1)の従来型自転車の動力入力機構に比して、約1.18倍入力動力が増大することになる。

【0034】

ここで、運転者が消費する時間平均単位時間あたり仕事量(消費動力)が図15に示される両動力入力機構で等しいならば、エネルギー効率も約1.18倍になる。

【0035】

物理的な意味での仕事は力と力点の移動距離の積を云い、移動距離が0であればいかに力が大であっても物理的にはなした仕事は0である。一方、人体では、力を発生させるには筋肉を収縮させる必要があり、力の発生にはエネルギーの消費を伴う。発生する力の時間積分がその力を維持するために消費されるエネルギーに大略比例すると考えることにする。そうすると人力はその人がそのとき消費している動力（仕事率）に大略比例することになる。運転者の片足が往行程においては方向にかかわらず一定力 F をペダルに作用させ、復行程では休んでいる（ $F=0$ ）とするならば、時間平均消費動力は両動力入力機構で等しいことになる。すなわち、エネルギー効率も約1.18倍になるものと考えてよさそうである。

【0036】

図15(2)において、 $O1$ 、 $O2$ の距離を大きくすれば、入力動力もエネルギー効率も増大するが、 R を従来のクランク長さと同程度（165mm～175mm）に設定する限り、脚長の大きい運転者しか利用できないという問題が生ずる。本発明の効果を最大限発揮させるには、 R が小さく、 $O1$ 、 $O2$ 間の距離が大きい構成を採用することが望ましい。

【0037】

ここで、 R が小さく $O1$ 、 $O2$ 間の距離が大きい構成が可能か考えてみたい。自転車の速度、走行抵抗が一定で、一定力 F_c が常にペダルの進行方向に作用するという非現実的な条件を設定して、従来の自転車の駆動機構（動力入力機構と動力伝達・変速機構からなる機構のことをいう）と力学的に等価な本発明による構成を考えてみる。

図18はいわば自転車の等価駆動機構検討図であって、図18(1)は従来の自転車における駆動機構の構成を示すもので、4はペダル、5は回転半径 R_c が R_{ct} であるクランク、6はクランクと同一中心軸を有しピッチ円半径 R_f が R_{ft} であるチェーンリング、7は従動軸に設けられたピッチ円半径 R_p が R_{pt} である従動軸スプロケット、8はチェーンリング6と従動軸スプロケット7に巻き掛けられたチェーン（本発明の動力入力機構で用いられるチェーンと区別するため、以下伝達チェーンという）である。ペダルを介してクランクに直角に一定

力 F_c が周速 V_c で働き、その結果従動軸スプロケット 7 が抵抗トルク T_p に抗しながら ω_p の一定角速度で回転しているというモデルを考えると、チェーンの移動速度はチェーンリングでも従動軸スプロケットでも等しく、チェーンリングと従動軸スプロケットは同じ力 F で引き合っており、チェーンリングとクランクの間でトルクの釣り合いがとれていることから、次の関係式が成立する。

$$\omega_p = \frac{R_f}{R_p R_c} V_c$$

$$T_p = \frac{R_p R_c}{R_f} F_c$$

【0038】

これらの式から、 R_f を固定して考えると、 R_p は R_c に対して逆比例関係にあることがわかる。すなわち、図 18 (1) において、クランク回転半径 R_c を R_{pt} 、従動軸スプロケットピッチ円半径 R_p を R_{ct} としても、ペダルに回転力 F_c を加えるとき、ペダルが周速 V_c で回転し、従動軸スプロケット 7 は抵抗トルク T_p に抗しながら ω_p の角速度で回転する。図 18 (2) では、従動軸スプロケット 7 のピッチ円半径 R_p を上図の R_{ct} と、クランク回転半径 R_c を R_{pt} と等しく描いてある。図 18 (3) は、図 18 (2) の動力入力部を従来のクランクから本発明の構成に置き換えたものである。すなわち、クランクを回転させるかわりに、図 18 (2) のクランク径と等しい径を有する駆動輪 1 と遊動輪 2 を設け、これらの間に長円状に巻き掛けたチェーン 3 を動かすことにより、駆動輪からチェーンリングに動力を伝えるものである。

【0039】

非現実的ではあるが前述した条件下では、力の平衡の点から云えば図 18 の (1)、(2)、(3) の構成は全て等価な系となっている。したがって、図 18 (3) の構成が本発明の一構成として可能性を有することがわかった。図 18 (3) の構成（すなわち、駆動輪 1 と遊動輪 2 の半径が小さく、 O_1 、 O_2 間の距離が大きい構成）は F_c が時間的に変動するとしても機構的に成り立つので、この構成を現実の自転車に適用した場合の入力動力と (1) の構成（従来型駆動機構）との入力動力の比較を試みる。

【0040】

図18において、 $R_{ct} = 173.9 \text{ mm}$ 、 $R_{pt} = 24.54$ 、 $O_1 - O_2 = 308.3 \text{ mm}$ とし、(3)の構成での回転力 F_n （回転力が変動するという前提のため、 F_c ではなく F_n とした）は円周部においては(1)の相対応する点での回転力 F_t （ F_n と同じ理由で、 F_c ではなく F_t とした）と同一となり、鉛直部においては、往行程では(1)のクランク位置 90° における値 F_c 、復行程においては(1)のクランク位置 270° における値と同一になると考え、(1)の回転力 F_t は図14に従うものとする。図18(3)において、 $R_c = R_{pt}$ であるので、

$O_1 - O_2 = 308.3 \text{ mm} = 2 \times 2 \times \pi \times 24.54 = 2 \times 2 \pi R_c = \text{駆動輪ピッチ円2周長}$

したがって、チェーン3の周長は駆動輪ピッチ円周長の5倍となり、ペダル4が長円軌道を1周する間に駆動輪は5回転する。すなわち、(3)の構成の周期は駆動軸回転角度で表すと 1800° となる。一方、(1)の構成の周期は駆動軸回転角度で表すと 360° である。

【0041】

図18(1)および(3)の駆動機構の入力動力 P_t 、 P_n は、それぞれつぎの式で表される。

$$P_t = \frac{V_c}{360} \int_0^{360} F_{td} \theta$$

$$P_n = \frac{V_c}{1800} \int_0^{1800} F_{nd} \theta$$

これらの式の右辺はそれぞれ F_t および F_n の1サイクル平均に力点の移動速度 V_c （一定と仮定）を乗じたものとなっている。上記2式から、 P_n の P_t に対する比は

$$\frac{P_n}{P_t} = \frac{1}{5} \frac{\int_0^{1800} F_{nd} \theta}{\int_0^{360} F_{td} \theta}$$

【0042】

したがって、横軸に駆動軸回転角度 θ 、縦軸に回転力をとって F_n および F_t の曲線を描き、 F_n と横軸で囲まれる面積1サイクル分と F_t と横軸で囲まれる面積5サイクル分の比を求めれば、両者の入力動力比を知ることができる。図17の太線は図18(3)の構成(本発明の構成)における回転力 F_n の変化を示し、細線は図14の曲線を5サイクル分転記したものである。

図17から上記面積を求めて P_n/P_t を計算すると、約1.6となる。したがって、本発明による入力動力入力機構は図18(3)の構成では従来型自転車の構成である図18(1)の構成に比して、約1.6倍入力動力が増大することになる。

【0043】

これまで、本発明の構成についての評価を駆動軸回転数が従来の自転車と同一という前提で行い、入力動力が従来の自転車に比して図15(2)の構成で約1.18倍、図18(3)の構成で約1.6倍という結果を得たが、これはそれぞれの構成から伝達されるトルクが従来の自転車に比して図15(2)の構成で約1.18倍、図18(3)の構成で約1.6倍ということを意味する。したがって、逆に抵抗トルクを同一とすれば、駆動軸回転数は従来の自転車に比して図15(2)の構成で約1.18倍、図18(3)の構成で約1.6倍となる。

【0044】

このように、入力動力の増大により速度能力、登坂能力が圧倒的に向上するので、通常の道路を走行する限り変速機構は不要となる。したがって、図18(3)の場合を例にとると、従動軸スプロケットのピッチ円半径 R_p とチェーンリングのピッチ円半径 R_f の比率 R_f/R_p は一つの値に固定され、変速のためピッチ円半径の異なるスプロケットを駆動軸および従動軸に設ける必要がなくなる。

その結果、本発明の動力入力機構を適用しても自転車の重量はほとんど従来の変速機構付きのものに比して変わらない。

しかし、マウンテンバイク等のオフロード用とか、長く斜度の大きい坂道をツーリングするような用途に対しては、変速機構を設けることが好ましい。図18(3)の構成の駆動機構においては、増速比の切り替えはチェーンリングのピッ

チ円半径 R_f と従動軸スプロケットのピッチ円半径 R_p との比率 R_f/R_p を変えることによって行う。すなわち、 R_f/R_p を大きくすると増速し、小さくすると減速する。この比率を保ったまま R_f と R_p を小さくすると装置の小型化が容易に達成できるので、軽量化するため自転車での実際の設計では、 R_p は22mm～110mm、 R_f は22mm以上が好ましく選定される。

【0045】

本発明の好ましい人力乗物用動力入力機構では、ペダルもしくはハンドルを有するチェーンと該チェーンが巻き掛けられている駆動輪および遊動輪もしくは駆動輪いずれかの方向転換手段とから構成され、前記ペダルもしくはハンドルがモーメント受持手段によってその姿勢を保持されている。ここで、駆動輪および遊動輪は両者ともスプロケットである。より好ましくは、方向転換手段として遊動輪が用いられる。

【0046】

このようにすれば、ペダルもしくはハンドルがモーメント受持手段によってその姿勢を保持されているので、ペダルもしくはハンドルに力が加えられてもチェーンが移動面に直角の方向に曲げられたり、ねじられたりすることがないので、チェーンが変形・損傷することがなく、力の作用点の位置も定まるので力も入れやすく、運転者の筋肉、関節も疲労が少ない。

【0047】

この場合、好ましくはモーメント受持手段がフレームに一端を回転自在に取り付けられたフリークランクと該フリークランクの他端が回転自在に連結されているアームとで構成され、ペダルもしくはハンドルの軸がチェーン移動面に対して直角に保持されている。この方式のモーメント保持手段の利点は、これらフリークランクやアームの支持、連結部の軸受に安価で信頼性が高く、軽量、小型のラジアル型玉軸受を使用できることである。スラスト荷重に耐えうるアンギュラーコンタクト型玉軸受やスラスト保持器付き針状ころ軸受等の形式が好ましく用いられる。勿論、自転車で一般的に採用されているJIS D 9419等の軸受構成を適用するのも好ましい。

【0048】

モーメント保持手段には、上記以外に摩擦損失が小さいリニアブッシュ型直動軸受やボールスプライン型直動軸受を使用する方法が考えられる。すなわち、前者はチェーンで形成される長円軌道の内部に長手方向に一定区間配設された2本のロッドと該ロッドに支承されて往復動するリニアブッシュ型直動軸受2個を有するスライダーと該スライダーに1端の回転中心を有し他端でペダルもしくはハンドルの軸を回転自在に保持するアームとから構成される方式である。後者は、フレーム上の固定点で首振りするボールスプライン型直動軸受と該直動軸受に支承されて回転することなく滑動し先端部でペダルもしくはハンドルの軸を回転自在に保持するスプライン溝を有するロッドとから構成される方式である。前者は比較的安価で、コンパクトな構成が可能で、室内用等比較的クリーンな用途に適している。

しかし、これらの直動軸受に比して、フリークランクとアームとから構成されるモーメント保持手段に用いられる上記ラジアル型玉軸受は摩擦損失が小さく、耐モーメント性に優れ、非常に廉価で、重量、容積ともに小さく、砂塵、泥、雨等に対して防護手段が簡単である。フリークランクおよびアームも滑動するロッド等に比して機械加工も簡単である。

【0049】

より好ましくは、前記フリークランクの回転軸がチェーンで形成される長円軌道の内部に位置するようにされている。この場合、さらに好ましくはフリークランクの回転軸を駆動輪および遊動輪の中心を結ぶ線分の中心に配置する。このようにすると、フリークランク回転半径とアーム回転半径の和が最小となるのでフリークランクとアームの曲げおよびねじり変形が小さく、これらの部材の軽量化を図ることができる。

【0050】

他の好ましいフリークランクの回転軸の配置態様としては、フリークランクの回転軸がチェーンで形成される長円軌道の外部に位置するようにされている。特に自転車等においては、後輪側に配置すればフリークランクやアームが運転者の脚と接触する可能性が少なく安全面で好ましい。またこのように配置すれば、フリークランクの最大角速度も、長円軌道内にフリークランクの回転軸を配置し

た場合に比して大幅に減少し、この点でも安全面、ペダルもしくはハンドル反力の面で好ましい。この場合、さらに好ましくはフリークランクの回転軸を駆動輪および遊動輪の中心を結ぶ線分の垂直二等分線上に配置する。このようにすると、フリークランク回転半径とアーム回転半径の和が小さく抑えられ、フリークランクとアームの曲げ、ねじり変形面で有利となり、これらの部材の軽量化を図ることができる。

【0051】

片腕で操縦ハンドル（本発明の構成で使用される“取っ手”としてのハンドルと区別するため、方向舵取り操作のためのハンドルを以下操縦ハンドルと云う）が操作され、もう一方の腕によってペダルではなくハンドルによって駆動力の伝達が行われる3輪自転車、4輪自転車、車椅子等においては、好ましくは動力入力機構を運転者の脇の下方外側（運転者の横側）で若干前方に配設し、駆動輪および遊動輪の中心を結ぶ直線が鉛直線に対して前方を低く傾斜させられている。

このようにすると運転者の腕の動きに無理がないため体重を腕にのせやすく、その割に疲労が少ない。

【0052】

さらにより好ましくは、前記チェーンを常時緊張させる緊張手段がもうけられている。モーメント受持手段はチェーンが移動面外に飛び出したり、変形したりすることを防止するが、チェーンが移動面内を長円軌道からはみ出すことについては何ら拘束しない。本発明の構成においては、チェーンリンクに直接力が加えられてチェーンが牽引されるため、チェーンが弛んでいれば、牽引時、長円軌道の直線部ではチェーンが激しく蛇行し、スプロケット部ではチェーンのローラがスプロケットの歯から離れたり激しく衝突したりする。このようなことが起これば、動力損失が大きくなり、チェーンのローラや、ピンの損耗が短期に発生する危険性がある。チェーンの緊張手段は、好ましくは駆動輪と遊動輪が取り付けられているパイプ等からなる支柱が二つに分割されて互いに滑動自在にはめ合わされ、二つの支柱の中にそれぞれ設けた底板の間にスプリングが圧縮挿入されている。勿論、別途設けた遊動輪によってチェーンをスプリング等の力で緊張する手段も可能である。設定スプリング反力は下方に位置している駆動輪も

しくは遊動輪のピッチ円径、運転者の体重、最大踏み込み力等を勘案して過大でない値が選定されるが、好ましくは100kg～600kgの範囲である。

【0053】

一般にチェーン伝達機構での損傷はチェーンがスプロケット上を移動している時、チェーンのローラやリンクプレートがスプロケットに衝突を繰り返すことにより発生することが多い。したがって、チェーンとペダルもしくはハンドルとの接続部近傍、好ましくはペダルもしくはハンドルの軸と中心線を同一にする軸を有する案内ローラを設け、少なくとも下方に位置している駆動輪もしくは遊動輪の最下位置を覆うように該案内ローラが転動する転動レールを設けて、チェーンのローラがスプロケットの歯面を離れないようにすることもできる。この方策は上記緊張手段の代替的手段とも言えるが両者を併用すれば効果はより完全となる。

【0054】

本発明の好ましい人力乗物用動力入力機構では、ペダルもしくはハンドルを有するチェーンと該チェーンが巻き掛けられている駆動輪および遊動輪からなる動力入力機構ユニットが少なくとも左右に1組ずつ略平行に配設されている。

【0055】

運転席と略平行に配設された上記動力入力機構ユニットの配置については、運転席を二つの動力入力機構ユニットの間、中間後方、中間前方（ボート等の場合等で運転者が後ろ向きに座ってペダルを踏むかハンドルを引くような配置）、中間上方（自転車では一般的な配置）、中間下方いずれに位置してもよいが、動力入力機構ユニットの傾斜角を含めて運転者が両足もしくは両手を使ってペダルもしくはハンドル等の取っ手に力を加えやすい配置が選ばれる。

【0056】

自転車等においては、好ましくは各ユニットの駆動輪および遊動輪の中心を結ぶ直線が鉛直線に対して後方に低く傾斜させられている。自転車等においては、操縦ハンドルが運転者の前方に設けられ、運転席が略平行に配設された動力入力機構ユニットの中間上方に設けられる。この構成では、運転者は手で操縦ハンドルを押さえ、足でペダルを斜め後方に蹴る態勢となるため、腰から臀部へかけ

ての筋肉を使ってのペダル踏みが可能となり、楽に大きな力を発生できる。

【0057】

操縦ハンドルが運転者の前方に設けられ、運転席が略平行に配設された動力入力機構ユニットの中間上方に設けられる配置が可能な人力乗物においては、上記配置は自転車と同様に好ましく適用できる。

【0058】

この場合、さらに好ましくは左右の駆動輪は共通の駆動軸を有し、左右のペダルもしくはハンドルは略1/2周期位相をずらされている。このような構成においては両脚もしくは両腕を交互に連続的に使えるため、駆動軸の回転変動が少なく、力も平均的に安定して加えることができ、運転者にとって疲労が少ない。

【0059】

左右の駆動輪は駆動軸を共通にして推進手段に直接あるいは変速機構を介して間接的に連結するのが簡単で、配置もコンパクトになる。しかし、何らかの理由により歯車、チェーン等を介して左右を連結してもよいし、操縦ハンドルを別途設けない場合には左右の駆動輪は全く独立とし、それぞれ、推進手段に直接、間接に連結してペダルもしくはハンドルの操作で操縦（舵取り）するようにしてもよい。

【0060】

以上の説明は本発明を自転車に適用する場合を中心に行ったが、3輪自転車、4輪自転車、車椅子およびボート等にも適用可能である。すなわち、図18（3）の動力入力機構で、駆動軸を直接車輪等の推進手段の出力軸と共用すれば車椅子に適用でき、駆動軸をユニヴァーサルジョイントもしくは歯車等を介してプロペラ軸に接続すればボートに適用できる。取っ手は、足で操作するペダルであっても、手で操作するハンドルであってもよい。勿論、駆動輪1、遊動輪2の対は運転者が力を作用させやすいように配設すればよいのであって、図18（3）のように鉛直な配置にこだわるものではなく、目的に応じて傾斜させてもよいし、水平であってもよい。3輪自転車、4輪自転車、ボート等のように運転者が座席に深く座って運転できるような乗物に対しては駆動輪、遊動輪を結ぶ線を前方に低くなるよう構成して、運転席を動力入力機構の後方で駆動輪もしくは遊

動輪の高い方とほぼ同じ高さに配置し、運転席に運転者の後部を支持する背もたれ、腰受け等を設ければ、脚に力が入りやすく、この構成もまた本発明の好ましい適用態様である。また、本発明による動力入力機構は、動力入力機構ユニットを左右に配設する場合、左右の取っ手の位相を以上例示したように1/2周期ずらして左右の足もしくは手で取っ手に力を加えることだけに限定されるものではない。例えば、3軌道車、4軌道車、ボート等においては、本発明による動力入力機構を座席に座った運転者の両側にほぼ水平に、高さをおよそ運転者の腰から肩と同じくして配設し、左右位相を併せてハンドルに力を作用させる構成も本発明の好ましい適用態様である。

【0061】

本発明の人力乗物用動力入力機構は、自転車、3輪自転車、4輪自転車、車椅子およびボート等人力で駆動される乗物に好ましく適用でき、人力を効果的にトルクに変換できるので大きな出力向上が可能となり、非力な運転者でも長距離運転が可能となり、自転車や車椅子等に適用した場合には、登坂能力、危険の回避等の面で効果が顕著である。

【0062】

【実施例】

以下、本発明の人力乗物用動力入力機構を実施例によって具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例によって限定されるものではない。

【0063】

図1は、本発明の人力乗物用動力入力機構を自転車に適用した場合の第1実施例を示す配置側面図で左右の動力入力機構ユニットが平行に、それぞれ駆動輪と遊動輪の中心を結ぶ直線が鉛直方向を向くように配置されている。図2～図9は本実施例における動力入力機構の実施態様の詳細を説明するもので、図2は自転車全体を示す側面図、図3は図2のY-Y矢視図、図4は図2のX-X矢視図、図5は図3のA-A断面図、図6は図3のB-B断面図、図7は図3のC-C断面図、図8は図4のD-D矢視図、図9は図3のE-E断面図、図10は案内ローラを設けた場合の態様を示す図3の変更図、図11は図10のF-F矢視図である。図1～図9において、1および2は鉛直に配設された支柱32に回転自

在に取り付けられたそれぞれ駆動輪および遊動輪、3は駆動輪1と遊動輪2に巻き掛けられた長円軌道を形成するチェーン、4はチェーンホルダー12、ペダル軸17を介してチェーンを牽引するペダル、10、11はペダル軸17をチェーンの移動面に対して常に垂直に保つそれぞれフリークランクおよびアーム、6はナット26およびスペーサ24、25によって左右の駆動輪1とともに共通の駆動軸15に固定されたチェーンリング、7は伝達チェーン8を介してチェーンリング6によって回転させられる後輪の従動軸スプロケットである。駆動軸15は軸受27を介して、支柱32に貫通固定されたボス34によって保持されている。支柱32は自転車のフレームであるダウンチューブ30とシートチューブ31の連結部中間で両者と溶接付けされている。

図1において、伝達チェーン8、従動軸スプロケット7、ダウンチューブ30とシートチューブ31および特に番号を与えられていない部品は全て、従来技術によるものである。

【0064】

左右のフリークランク10は共通の中心軸13の2面幅部分13aに圧入固定され、中心軸13は軸受28を介して支柱32に貫通固定されたボス33によって保持されている。フリークランク10とアーム11は連結軸14にそれぞれ軸受28を介して回転自在に取り付けられている。フリークランクとアームの対からなるモーメント受持手段はペダルに力が加えられる時、ペダル軸をチェーンの移動面に対して常に垂直に保つので、ペダルに運転者の足から確実に力が伝えられ、かつチェーン3のリンクに曲げモーメントやねじりが作用しないため軽量、薄肉のリンクを有するチェーンを用いることができる。

ペダル4は図示されていない軸受によって回転自在にペダル軸17にとりつけられ、該ペダル軸はアーム11に軸受29を介して保持されるとともに端部に設けられたネジでチェーンホルダー12に固定されている。チェーンホルダー12はチェーン3の1リンクの外リンクプレート20を取り外して、内リンクプレート21と隙間を設けてはめ合わされており、ピン19の代わりにノックピン18を用いて該リンクと結合させられている。ノックピン18はピン19と同一径でブッシュ23に隙間を設けてはめあわせられ、該ノックピンを中心にして内リ

ンクプレート 21、ブッシュ 23 およびローラ 22 で構成される内リンクが自由に回転できるようにされている。チェーン 3 についてはチェーンホルダー 12 とその取り付け方法を除いて全て従来技術である。

左右の遊動輪 2 はナット 26 およびスペーサ 25 によって共通の遊動軸 16 に固定され、該遊動軸は軸受 27 を介して、支柱 32 に貫通固定されたボス 35 によって保持されている。

【0065】

図 1 において、フリークランク 10 の回転軸中心 O_c は駆動軸の中心 O_1 と遊動軸の中心 O_2 の中間に位置し、フリークランク 10 の回転半径 L_c とアーム 11 の回転半径 L_a の和がペダル中心の最上位置もしくは最下位置とフリークランクの回転中心 O_c との距離 H に大略等しくされている。

図 1 では、右の動力入力機構が往行程にあり、右のペダル 4 は運転者の足から下向きの力を加えられてチェーン 3 を矢印の向きに牽引している。本実施例の場合には、左右の駆動輪、フリークランク、遊動輪はそれぞれ駆動軸 15、中心軸 13 および遊動軸 16 で連結されており、左右のペダルの位相は完全に $1/2$ 周期ずらされている。左のペダルには運転者の足もしくは下肢の重さが作用しているが、左のペダルが往行程終了時有していた左のペダルに付随する運動質量の運動エネルギーと右足の踏み込みによる動力の一部を消費することにより上昇する。往行程でペダルが最下位置近傍にくると、ペダルへの鉛直荷重によってチェーンホルダーを有するチェーンリンク（以下単に牽引リンクという）を遊動輪から離すような力が作用するが $H = L_c + L_a$ であるため鉛直荷重はフリークランクとアームが負担し、牽引リンクが遊動輪を離れることはない。

ペダルの往行程においてフリークランクは半回転し、往行程の中心位置近傍で角速度が最大となるが、ペダルが最下位置に近づくにつれて運動エネルギーをアーム 11 に与えつつ減速して最下位置で完全に 0 となる。一方ペダルとともに運動している下肢の質量およびアーム 11 の運動エネルギーは鉛直部から円周部に入っても回転運動エネルギーの形で保存されており、ペダルの最下位置でクランクの回転がアームの回転に先行することはない（この位置が思案点や死点にはならない）。また、運転者が両手で自転車の操縦ハンドルを持ち、左足を最下位

置にあるペダルに載せ、右足で地を蹴りつつ自転車に勢いをつけた後サドルにまたがって自転車を発進する時、ペダルは最下位置を中心に若干の揺動をさせられているが、この状態ではフリークランクの角加速度はほとんど0であり、クランクの回転がアームの回転に先行することはない。 詳細な説明は割愛するが、最上位置についても最下位置と同様に思案点や死点にはならない。

また、前述した“往復動直線運動型動力入力機構”とは違って、往行程の踏み込み開始時期においてペダルの移動速度は低下していないので、加速距離は必要でなく、全ての往行程で人力は回転力として伝達される。

【0066】

ここで $H < L_c + L_a$ であるように L_c および L_a を選んでもよい。 このようにすると、幾何学的に最下位置や最上位置が思案点や死点になることはないので、本発明をより安定して適用できる。 この場合、ペダルに全体重等の強い力が作用している状態でペダルが最下位置近傍にくると、チェーンの初期張力によっては牽引リンクが遊動輪の歯から離れる可能性がある。 しかし、フリークランクおよびアームからなるモーメント受持手段により牽引リンクの動きがチェーン移動面内に拘束されるため、牽引リンクが遊動輪から脱落することはない。 ただし、 $H < L_c + L_a$ の場合には最下位置近傍でチェーンローラが遊動輪の歯を打つ傾向があり、チェーンの耐久性の点では $H = L_c + L_a$ の場合よりも劣る。

勿論、チェーンホルダーもしくはペダル軸に案内ローラ（該案内ローラの回転面はチェーンの移動面に平行）等を設けて、この案内ローラが最下位置近傍で例えば円弧状の転動レール上を転動することにより牽引リンクが遊動輪から離れないようにすることも可能である。

【0067】

図10はチェーンホルダー12に案内ローラを設けてこれをペダル最下位置で転動レール上を転動させるようにした場合の態様を示す図3の変更図である。 図11は図10のF-F矢視図である。 50はチェーンホルダー12に圧入された軸51に図示していない軸受を介して設けられた案内ローラ、52は遊動輪のピッチ円と同心円をなすローラ転動面52aを有する支柱32の最下部に設けられた転動レール、42は案内ローラが転動面52aに乗り上げ始めるときの衝撃

を吸収させるためのスプリングである。図10において、支柱32は軸方向（上下方向）に2分割され、下部支柱32bの上部小径部は上部支柱32a内周部に滑動自在にはめ合わされ、スプリング42は下部支柱32bに設けられたスプリング受け41と上部支柱32aに設けられたスプリング押さえ40とによって圧縮保持され、チェーン3をセットすることにより強く圧縮されている。逆にチェーンはスプリングによって強く緊張させられている。

【0068】

ペダル踏み込みによってペダルが下降し、案内ローラ50が転動面52aのリーディングエッジ52bに至った状態を考える。図11において、リーディングエッジとトレーリングエッジ52cはともに遊動輪のピッチ円と同心円をなす転動面52aの両脇にあって、若干外側に曲げられて案内ローラの転動面への乗り上げが円滑に行われるようにされている。

この場合、スプリング42が設けられていなくてチェーンが弛み気味であれば牽引リンクが遊動輪に掛かると、早い時点で牽引リンクが遊動輪の歯から離れ気味となり、案内ローラ50はリーディングエッジ52bに衝撃を伴いつつ乗り上げ、転動レールの設計によっては転動レールの設置は逆効果をもたらす。スプリングが設けられていない場合に転動レールを設けるとすれば、遊動輪の円周部のほとんどをカバーする範囲、すなわち図11の角度 ϕ （ローラ転動面52aの円弧がその中心となす角度）が 160° 以上のローラ転動面を設けることが好ましい。

図10の構成では、スプリング42によって常にチェーンが緊張させられているのでローラ転動面の角度 ϕ は小さく抑えられ、かつ案内ローラ50がリーディングエッジ52bに乗り上げるとき衝撃が吸収され、快適な運転が可能となる。

スプリング42の有無に関わらず、チェーンホルダー12に案内ローラを設けてこれをペダル最下位置で転動レール上を転動させるようにすれば、遊動輪の歯とチェーンに複雑な干渉は起こらず、チェーン、遊動輪、駆動輪の損耗を防ぐことができる。勿論、スプリングを設けることはより好ましい。

【0069】

この場合、ペダルに作用する下向きの力と案内ローラ50に作用する上向きの力

によりペダル軸 17 に曲げモーメントが発生するが、フリークランク 10 とアーム 11 からなるモーメント受持手段が曲げに対して十分な剛性を有しているためチェーンや遊動輪に曲げやねじりは作用しない。チェーンホルダーもしくは類似箇所に案内ローラを設けてチェーンの局所的撓みを防ぐことは、 $L_c + L_a$ と H との大小関係に関わらず適用可能である。また、転動レールの取り付け場所も最下位置近傍のみに限定されるものではない。転動レールを安全のためのチェーン防護カバーと共用させることも好ましい。

【0070】

フリークランクの回転軸中心 O_c は必ずしも O_1 、 O_2 の中心に位置させる必要はなく、チェーンで構成される長円軌道外であっても本発明の範囲内である。

フリークランクの回転軸中心をチェーンで構成される長円軌道外、例えば後輪側に配置すればフリークランクやアームが運転者の脚と接触する可能性が少なく安全面で好ましい。またこのように配置すれば、長円軌道内にフリークランクの回転軸中心を配置した場合に比してフリークランクの最大角速度が大幅に減少し、この点でも安全面、ペダル反力の面で好ましい。

本実施例では図 18 (3) と関連付けるために駆動輪と遊動輪のピッチ円半径が同一とされているが、駆動輪と遊動輪のピッチ円半径が相違していても本発明を好ましく適用できる。例えば、図 1 で、左右のペダルの位相を $1/2$ 周期ずらしたまま遊動輪のピッチ円半径を駆動輪より大きくしてみよう。すると右のペダルが最下位置にある時、左のペダルは最上位置にあるが、左のペダルが往行程の直線部に入っても、右のペダルはまだ遊動輪を離れていない。このように構成すれば、脚に力が入っている状態での方向転換が緩やかに行われるとともに、反対側の足の踏み込みが早く行われるため、運転者がより円滑な運転操作を行うことができる。

図 5～9 において軸受 27, 28, 29 の図は便宜的に針状ころ軸受とされているが、針状ころ軸受に限定されるものではない。本発明の構成においては、当然のことながら全ての軸受使用箇所において軸部（軸受の内側に位置する部材）とハウジング部（軸受の外側に位置する部材）の軸方向相対変位を拘束することが好ましい。具体的な方法としては、JIS B 2805 などの止め輪を用

いるか、より好ましくは当該軸受をスラスト荷重に耐えうるアンギュラーコンタクト型玉軸受けやスラスト保持器付き針状ころ軸受等の形式を用いる。

本実施例では、可撓性部材としてチェーンを用いて説明を進めたが、回転力を伝えうるものであればベルト、タイミングベルト、特殊チェーン、ロープ等どのようなものであっても本発明の構成に適用可能である。

【0071】

第1実施例は図18(3)の構成を具体化したものであり、軸受やチェーン3による摩擦損失を除外すると、入力動力が従来型自転車のクランク方式に比して容易に1.6倍となることは前述したとおりである。計算の説明は省略するが、第1実施例で示された動力入力機構の軸受動力損失は全体で入力動力の0.7%程度であって無視しうる値である。動力損失の大部分は駆動輪と遊動輪に巻き掛けられたチェーンによるもので入力動力の5~10%と想定される。その結果、第1実施例を前述の図18(3)の寸法構成にすれば、実動力は従来の自転車に比して1.44~1.52倍となる。なお、従来の自転車に比して若干の重量増が見込まれるが、設計によって、2kg未満に抑えることが可能で、運転者と自転車を含めた総重量に比して軽微であり、上記実動力増にほとんど影響を与えない。

本実施例は、ペダル踏みの観点から云えば、従来の自転車とあまり変わるものではない。すなわち、従来の自転車においてはペダルの軌道は真円軌道であり、本実施例では長円軌道となっている。むしろ、ペダルの移動速度はより安定化するため、ペダルは踏みやすくなるものと考えられる。

【0072】

図12は本発明を自転車に適用した場合の第2実施例を示す側面図である。動力入力機構自体は図1~図11で示している構成と基本的には同一であるが、相違点は駆動輪と遊動輪の配置が上下逆になっていること、左右の動力入力機構ユニットが鉛直線から26°傾斜して自転車に配設されていることとフリークランク10がシートステー60に取り付けられていることである。この実施例のように、駆動輪が下方に配置されると、伝達チェーン8が短くなるという利点がある。また、ペダルの最高、最低位置を従来の自転車と同一に保ったまま動力入

力機構を鉛直線から 26° 傾斜させているためペダルのストロークが大きくとれ、このストローク増分を考慮すると従来の自転車に比して1.6~1.7倍の実動力増が期待できる。なお、ここで 26° の傾斜は1例を示したに過ぎず、使用目的、対象者層によってこの角度は変化する。図13は図12に示す自転車に運転者が搭乗している状態を示すスケッチである。図13に示されているように、運転者は手で操縦ハンドルを押さえ足でペダルを斜め後方に蹴る態勢になるため腰から臀部へかけての筋肉を使ってのペダル踏みが可能となり、容易に大きな力を発生できる。従来の自転車や第1実施例の配置では腰から臀部にかけての筋肉をうまく使用できず、実質的に大腿部から下の筋肉だけがペダル踏み込みに使用されるので、エネルギー消費の割には大きな力を出すことができない。

特に従来の自転車では、1サイクル中の膝の曲げ角度が直角に近くかつ変化が少ないため膝関節を痛めやすい。図13の態勢であれば、運転者にとってランニングの姿勢に近く自然であり、ペダルが下降するにつれ膝が伸びるため、膝関節への負担は大幅に軽減される。

【0073】

以上の説明では、変速機構は伝達チェーンによるもののみについて記述したが、当然のことながら二組のハスバ歯車を用いて動力を後輪に導き、後輪で遊星歯車を用いて変速する方式の変速機構も本発明の動力入力機構と好ましく組み合わせで適用できる。また、駆動輪と遊動輪は1動力入力機構ユニット当たりそれぞれ1個が好ましいが、チェーンをペダル等で直接牽引して1サイクル中最大回転力を持続して取り出すという本発明の趣旨が生かされる限り、複数個付けても本発明の範囲である。

【0074】

【発明の効果】

本発明による人力乗物用動力入力機構を、自転車に適用すれば、入力動力が大幅に増大するので、通勤、通学、リクリエーションおよび競技等全ての目的に年齢、男女の別なく利用可能となり、停滞気味の自転車関連産業の飛躍につながり、新たな雇用を創出するとともに、人力以外のエネルギーを使用しないため地球環境保全に貢献することが期待される。本発明を車椅子等に適用すれば、非力な

運転者でも長時間運転が可能となり、高齢者、身体不自由者の方々のメンタルヘルス改善に貢献することが期待される。さらに、本発明を3輪自転車、4輪自転車およびボート等に適用することにより新しい産業、スポーツ分野の創出が期待できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を自転車に適用した場合の第1実施例を示す配置側面図。

【図2】自転車全体を示す側面図

【図3】図2のY-Y矢視図。

【図4】図2のX-X矢視図。

【図5】図3のA-A断面図。

【図6】図3のB-B断面図。

【図7】図3のC-C断面図。

【図8】図4のD-D矢視図。

【図9】図3のE-E断面図。

【図10】案内ローラを設けた場合の態様を示す図3の変更図。

【図11】図10のF-F矢視図。

【図12】本発明を自転車に適用した場合の第2実施例を示す側面図。

【図13】第2実施例を適用した自転車の運転状態を示すスケッチ。

【図14】従来の自転車におけるクランク回転力と駆動軸回転角度の関係を示すグラフ。

【図15】本発明の考え方を説明するスケルトン図。

(1) 従来技術のスケルトン図。

(2) 本発明の概念を示すスケルトン図。

【図16】図15のスケルトン図にもとづく従来技術と本発明による技術の回転力比較を示すグラフ。

【図17】本発明による構成と従来技術の回転力比較を示すグラフ。

【図18】自転車の等価駆動機構検討図。

(1) 従来技術。

(2) 従来技術の変形。

(3) 本発明による構成。

【符号の説明】

- 1 : 駆動輪
- 2 : 遊動輪
- 3 : チェーン
- 4 : ペダル
- 5 : クランク (従来型自転車用)
- 6 : チェーンリング
- 7 : 従動軸スプロケット
- 8 : 伝達チェーン
- 10 : フリークランク
- 11 : アーム
- 12 : チェーンホルダー
- 13 : 中心軸
- 13 a : 中心軸両端部の 2 面幅部分
- 14 : 連結軸
- 15 : 駆動軸
- 16 : 遊動軸
- 17 : ペダル軸
- 18 : ノックピン
- 19 : ピン
- 20 : 外リンクプレート
- 21 : 内リンクプレート
- 22 : ローラ
- 23 : ブッシュ
- 24、25 : スペーサ
- 26 : ナット
- 27、28、29 : 軸受
- 30 : ダウンチューブ

31 : シートチューブ

32 : 支柱

32 a : 上部支柱

32 b : 下部支柱

33、34、35 : ボス

40 : スプリング押さえ

41 : スプリング受け

42 : スプリング

50 : ローラ

51 : 軸

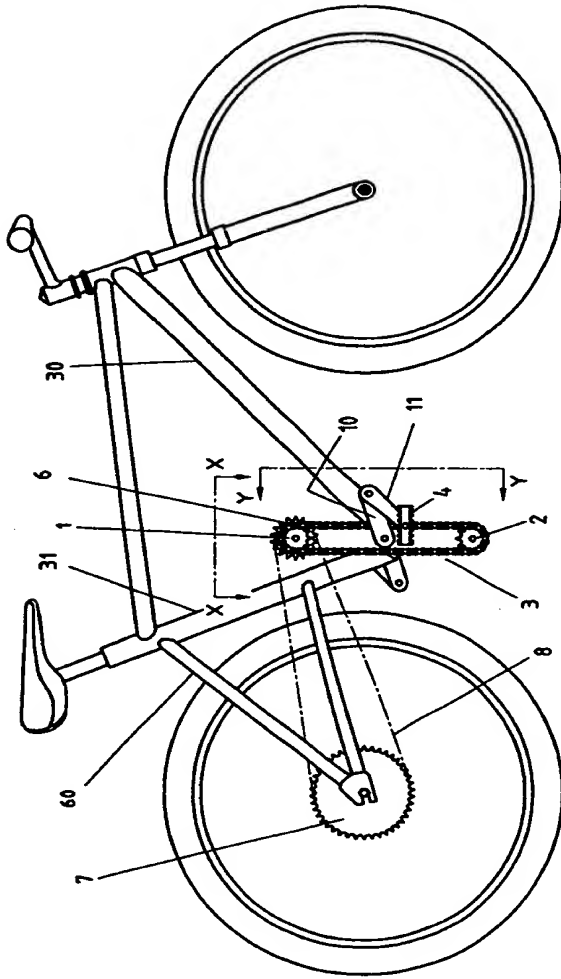
52 : 転動レール

52 a : ローラ転動面

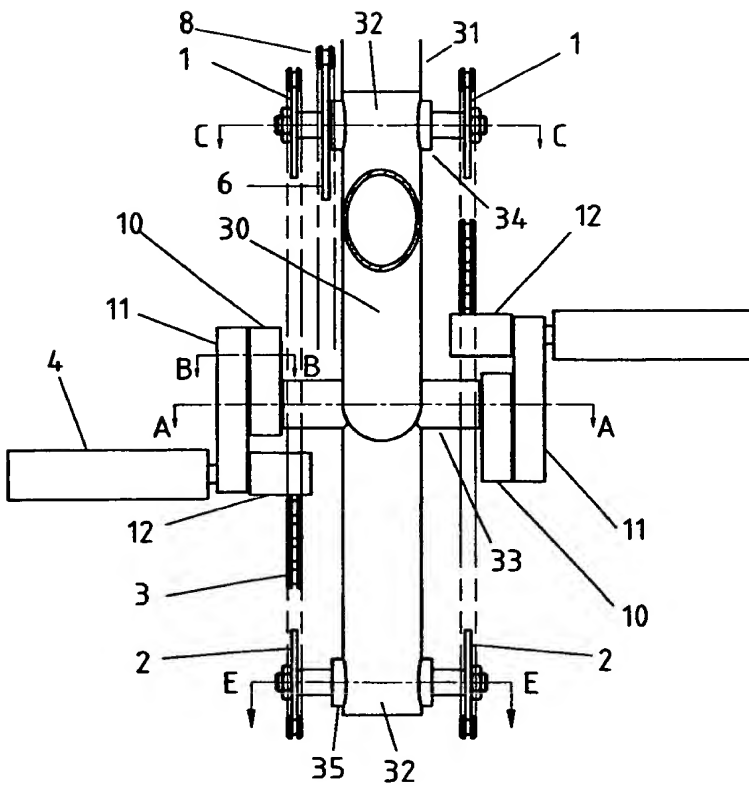
52 b : リーディングエッジ

52 c : トレーリングエッジ

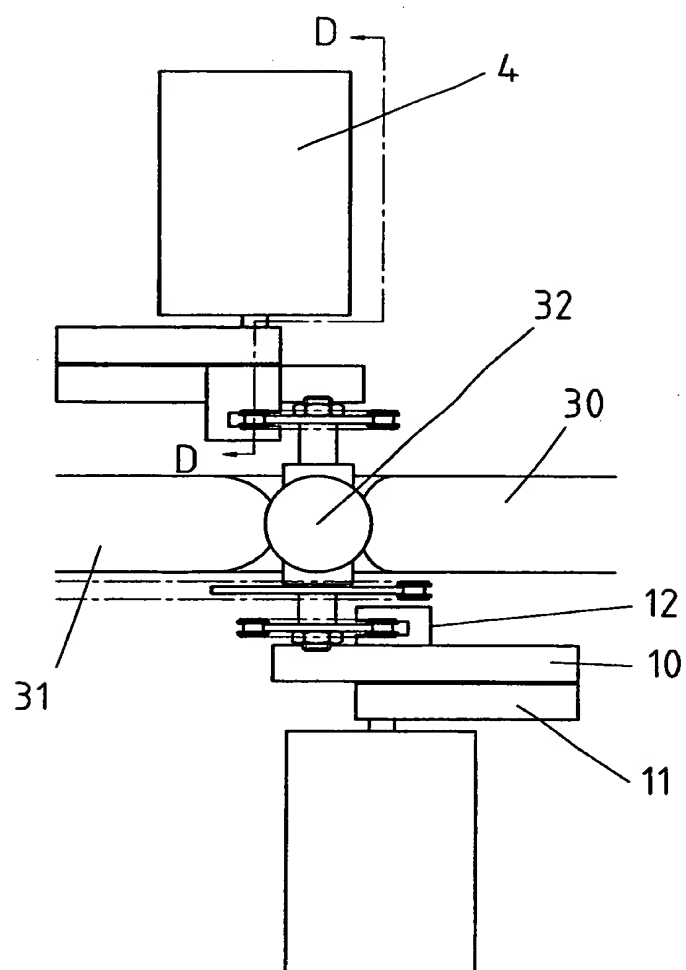
60 : シートステー



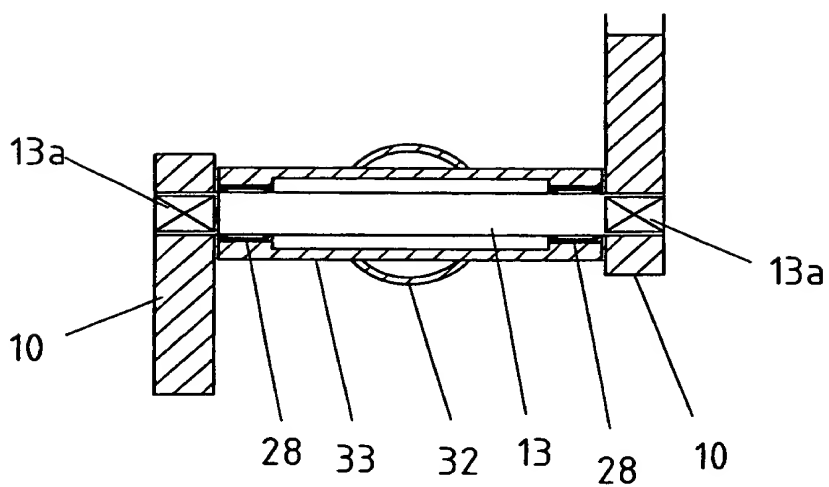
【図 3】



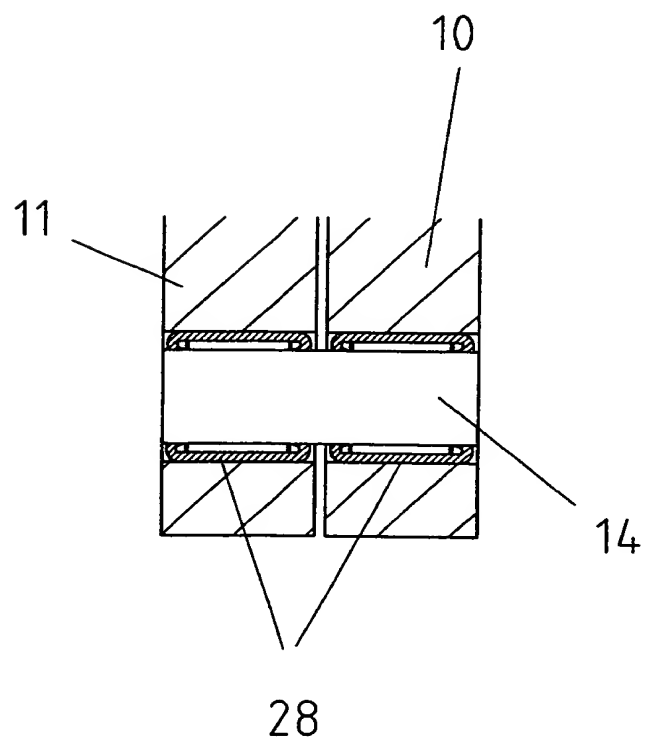
【図4】



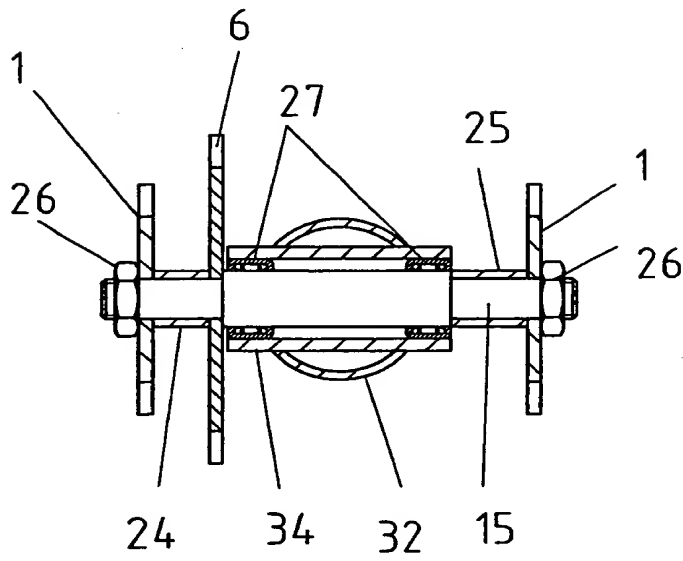
【図 5】



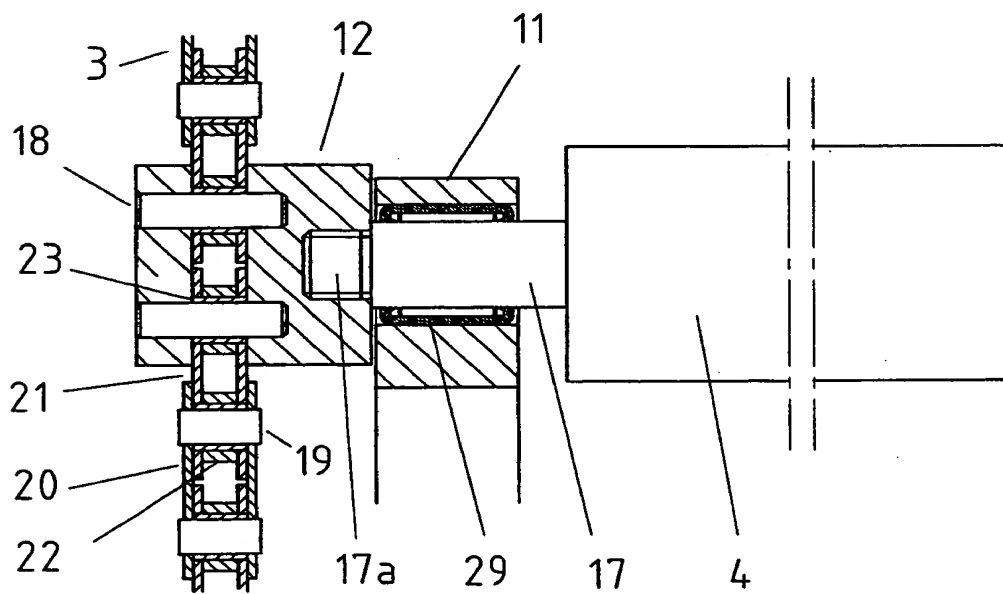
【図 6】



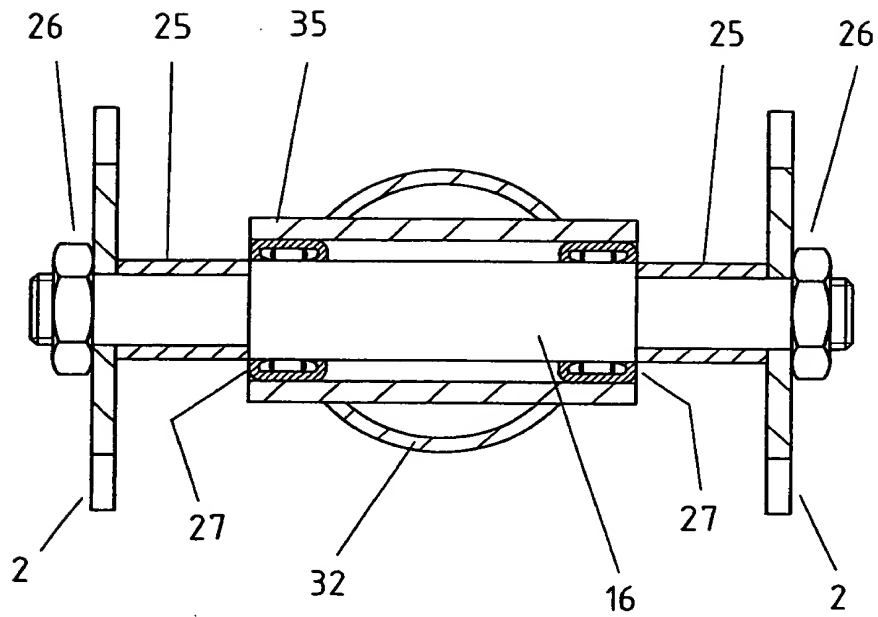
【図 7】



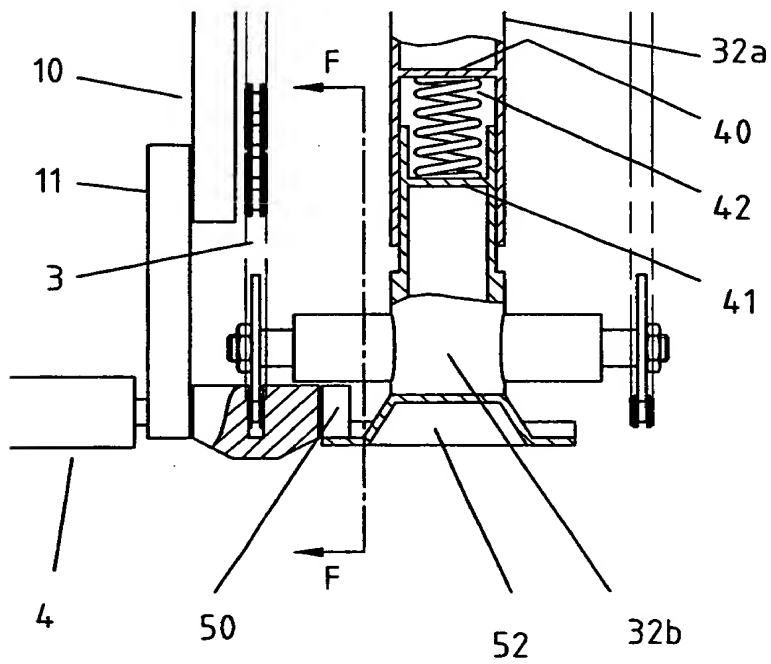
【図 8】



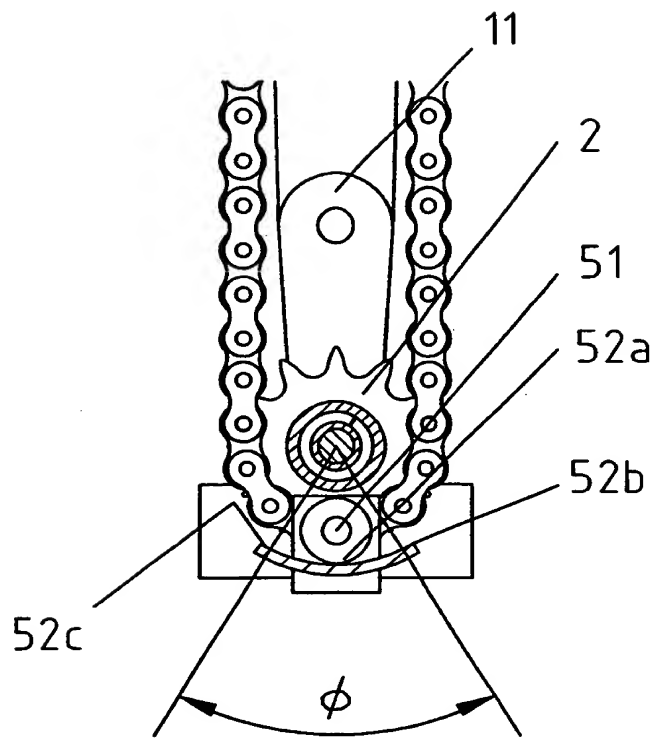
【図 9】



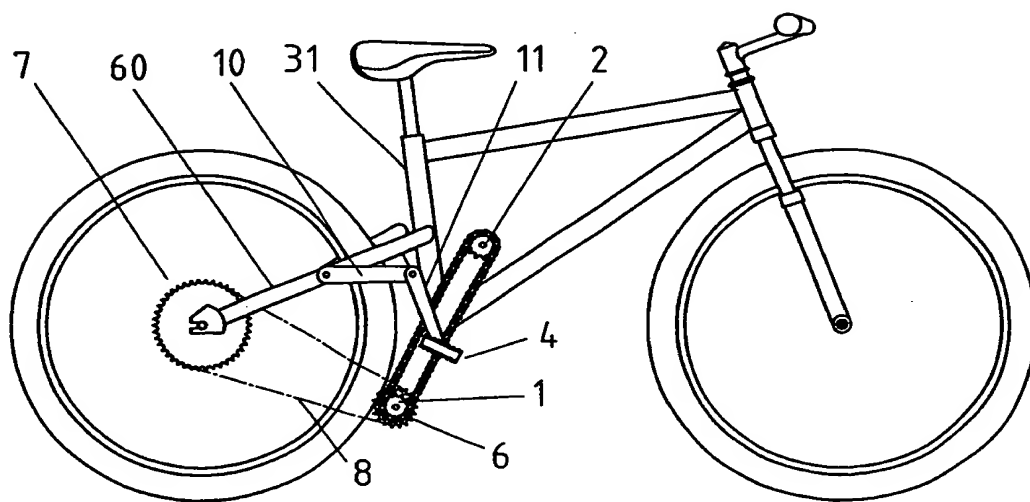
【図 10】



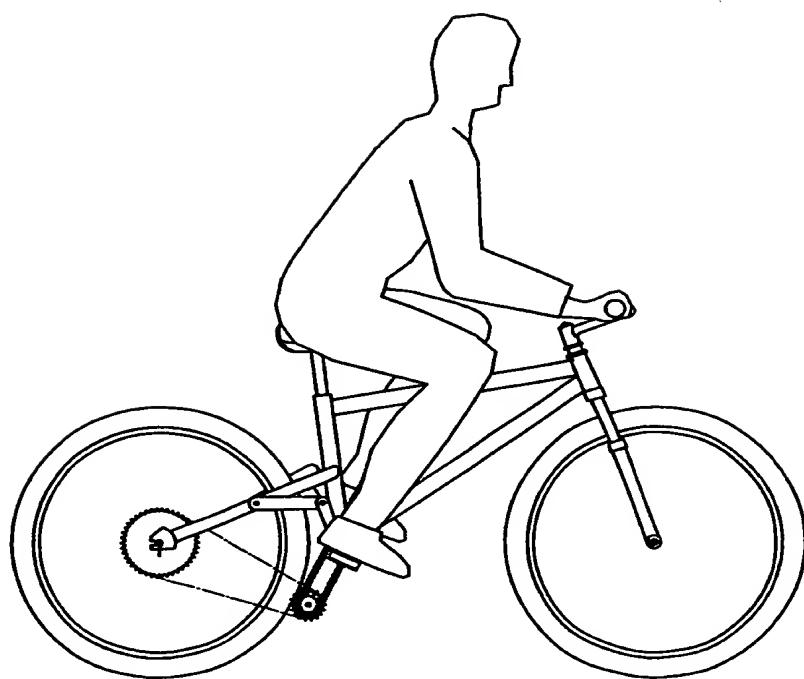
【図 11】



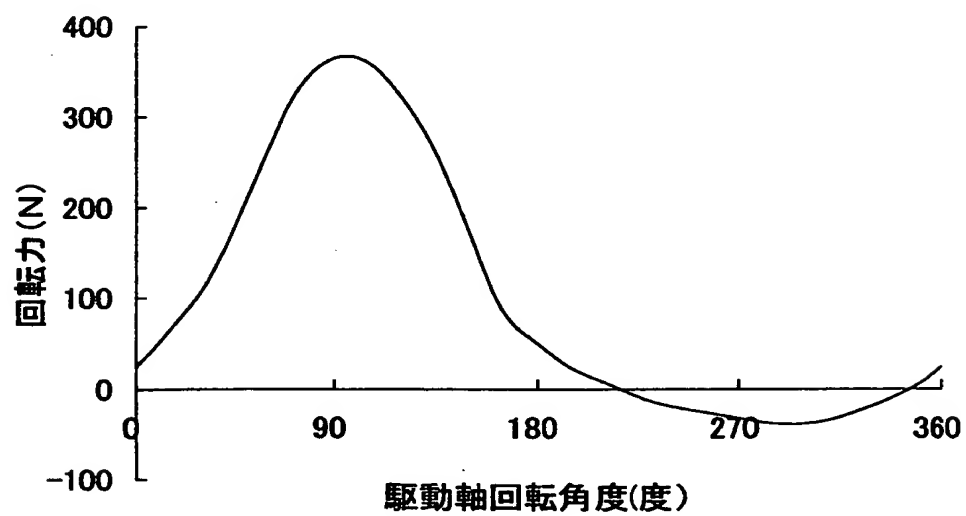
【図 12】



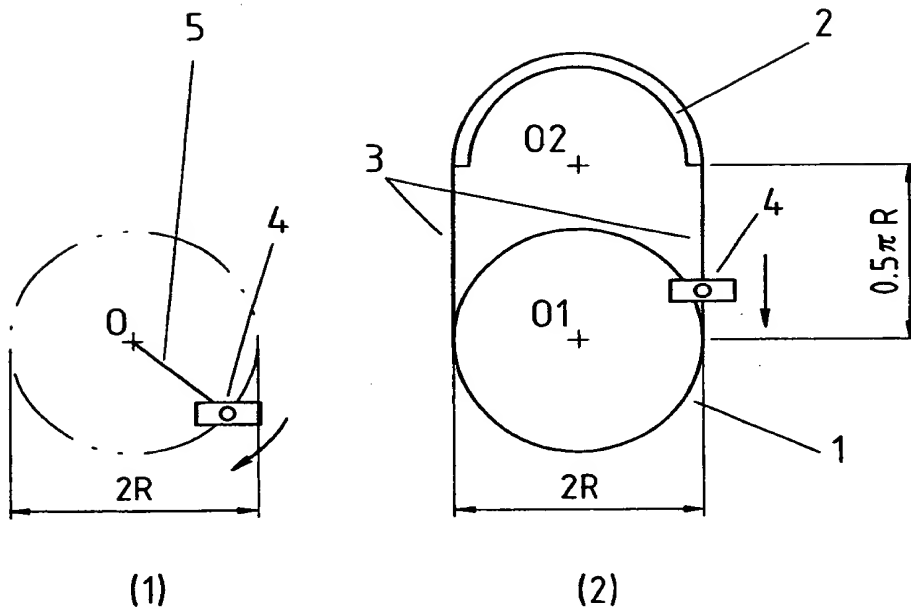
【図 13】



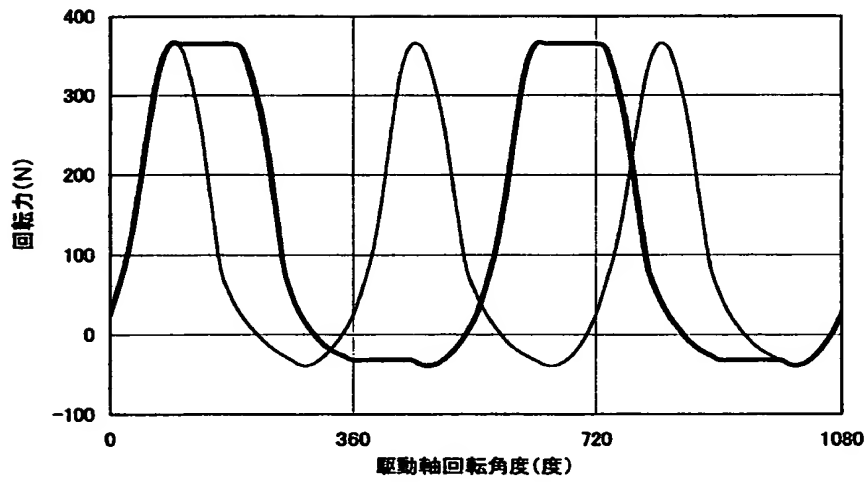
【図 1 4】



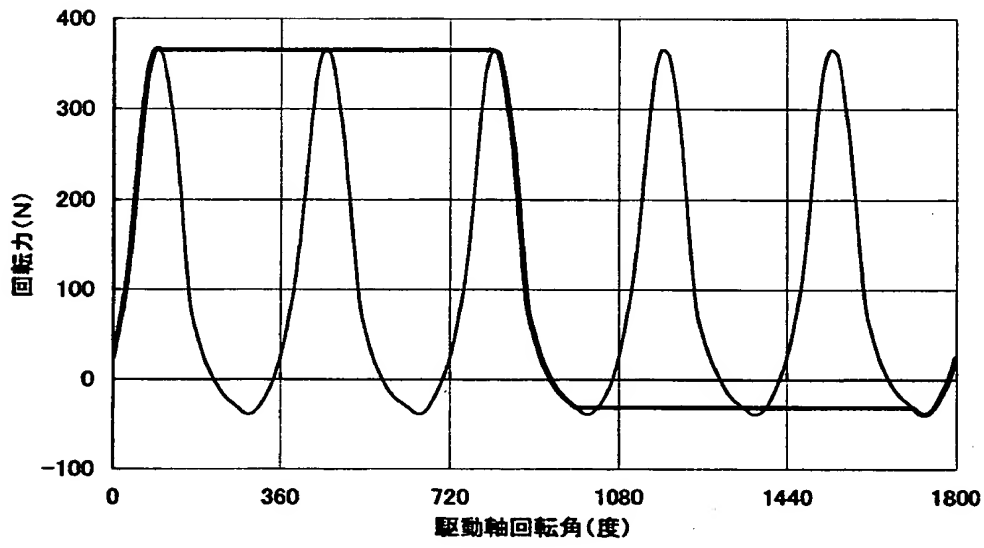
【図 1 5】



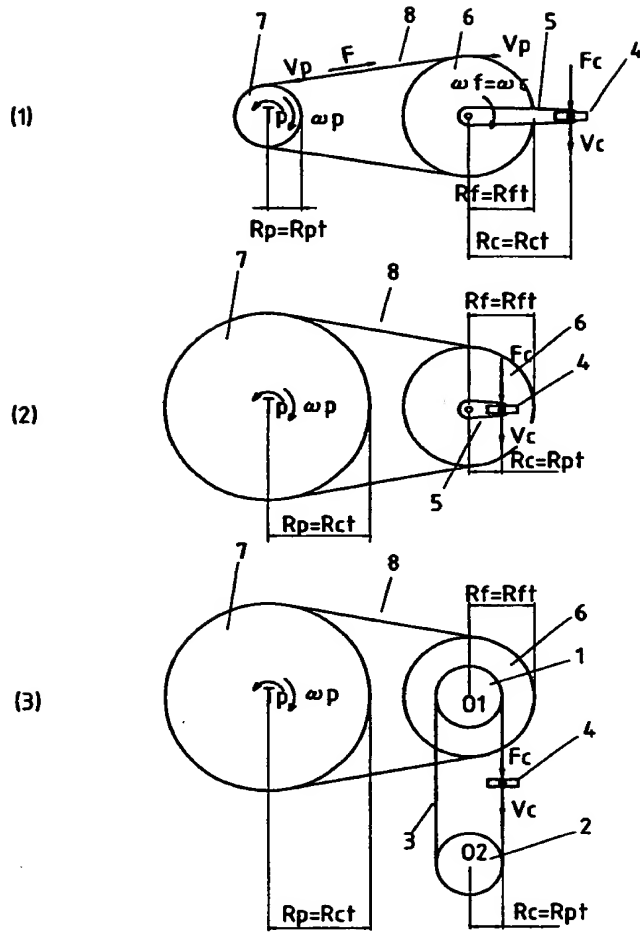
【图 1 6】



【图 1 7】



【図 18】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】自転車、3輪自転車、4輪自転車、車椅子およびボート等人力で駆動される乗物において人力がペダル、ハンドル等を介して効果的に回転力に転換される動力入力機構を提供する。

【解決手段】スプロケットからなる駆動輪1および遊動輪2にチェーン3を巻き掛け、ペダル4の軸17がフリークランク10およびアーム11とからなるモーメント受持手段によってチェーン3の移動面に対して常に垂直に保持されるようにするとともにチェーン3に固定接続し、運転者が長円軌道を描いてペダルを踏むことにより、踏み込み力がほとんど完全に回転力としてチェーンリング6に伝えられるようにするとともに、ペダル最下位置直前でのペダルとともに運動している運動質量の有する運動エネルギーが保存されるようにした。

【選択図】図1

認定・付加情報

特許出願の番号	平成10年 特許願 第268476号
受付番号	59800591082
書類名	特許願
担当官	田口 春良 1617
作成日	平成11年 3月18日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成10年 9月22日
-------	-------------

【書類名】 手続補正書
【提出日】 平成10年12月 3日
【あて先】 特許庁長官殿
【事件の表示】
【出願番号】 平成10年特許願第268476号

【補正をする者】
【事件との関係】 特許出願人
【識別番号】 398035589
【氏名又は名称】 オーテック株式会社
【代表者】 織田紀之
【発送番号】 025859

【手続補正 1】

【補正対象書類名】 特許願
【補正対象項目名】 特許出願人
【補正方法】 変更

【補正の内容】

【特許出願人】
【識別番号】 398035589
【住所又は居所】 千葉市花見川区さつきが丘2丁目30番地の8
【氏名又は名称】 オーテック株式会社
【代表者】 織田紀之

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [398035589]

1. 変更年月日	1998年 5月 8日
[変更理由]	新規登録
住 所	千葉県花見川区さつきが丘2丁目30番地の8
氏 名	オーテック株式会社